

## Method and arrangement for detecting a vehicle roll-over

Patent Number: ☐ US6141604  
Publication date: 2000-10-31  
Inventor(s): MATTES BERNHARD [DE]; SEYFANG WALTER [DE]; HENNE MICHAEL [DE]  
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT [DE]  
Requested Patent: ☐ DE19609176  
Application Number: US19990142615 19990416  
Priority Number(s): DE19961009176 19960311; WO1996DE01997 19961010  
IPC Classification: G06F17/00; G06F7/00  
EC Classification: B60R21/01C  
Equivalents: ☐ EP0883522 (WO9733774), B1, JP2000510407T, ☐ WO9733774

---

### Abstract

---

PCT No. PCT/DE96/01997 Sec. 371 Date Apr. 16, 1999 Sec. 102(e) Date Apr. 16, 1999 PCT Filed Oct. 10, 1996 PCT Pub. No. WO97/33774 PCT Pub. Date Sep. 18, 1997 In order to allow a vehicle rollover to be detected in timely fashion and with high reliability, acceleration sensors are provided which measure the accelerations of the vehicle in the direction of its yaw axis, its roll axis, and its pitch axis. In addition, at least one rotation rate sensor is provided which measures the angular velocity of the vehicle with respect to its roll axis and optionally also with respect to its pitch axis.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 09 176 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 60 R 21/32**  
B 60 R 21/00  
// B 60 R 21/13

⑳ Aktenzeichen: 196 09 176.4  
㉑ Anmeldetag: 11. 3. 98  
㉒ Offenlegungstag: 18. 9. 97

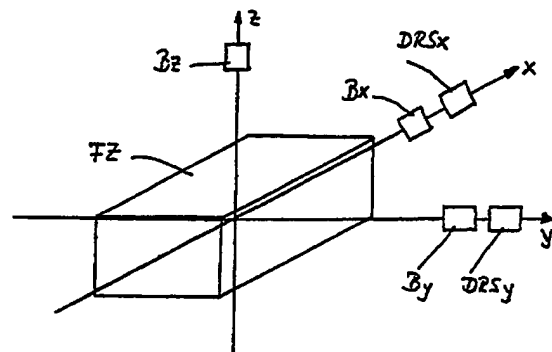
**DE 196 09 176 A 1**

㉗ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉘ Erfinder:  
Mattes, Bernhard, Dipl.-Ing., 74343 Sachsenheim,  
DE; Seyfang, Walter, Dipl.-Ing. (FH), 71691 Freiberg,  
DE; Henne, Michael, Dipl.-Ing. (FH), 74374 Zaberfeld,  
DE

⑤④ Verfahren und Anordnung zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags

⑤⑦ Um einen Fahrzeug-Überschlag rechtzeitig und mit hoher Zuverlässigkeit erkennen zu können, sind Beschleunigungssensoren ( $B_x$ ,  $B_y$ ,  $B_z$ ) vorgesehen, welche die Beschleunigungen des Fahrzeugs (FZ) in Richtung seiner Gierachse ( $z$ ), seiner Wankachse ( $x$ ) und seiner Nickachse ( $y$ ) messen. Außerdem ist mindestens ein Drehratensensor (DRS<sub>x</sub>, DRS<sub>y</sub>) vorgesehen, der die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs (FZ) bezüglich seiner Wankachse ( $x$ ) und evtl. zusätzlich bezüglich seiner Nickachse ( $y$ ) mißt.



**DE 196 09 176 A 1**



## Stand der Technik

Falls es zu einem Überschlag eines Fahrzeugs kommt, müssen rechtzeitig alle im Fahrzeug installierten Insassen-Schutzvorrichtungen ausgelöst werden, dazu gehören beispielsweise Überrollbügel, Gurtstraffer, Front- und Seitenairbags, Schwingsitzarretierung bei einem LKW, etc. Damit all diese Schutzvorrichtungen rechtzeitig ausgelöst werden können, muß möglichst früh erkannt werden, ob Beschleunigungen des Fahrzeugs in Richtung seiner Hochachse (Gierachse), seiner Längsachse (Wankachse) und seiner Querachse (Nickachse) zu einem Überschlag führen werden. Damit die Insassenschutzvorrichtungen auch wirklich nur bei einem Überschlag ausgelöst werden, sollten Fehlerkennungen von Überschlägen möglichst weitgehend ausgeschlossen werden.

Aus der DE 36 04 216 C2 ist ein Überrollsensor bekannt, bestehend aus einem mit einem Fluid gefüllten Raum, in dem sich als seismische Masse ein nach Art eines Pendels aufgehängter Körper befindet. Aus der Lageänderung des Pendels, das in allen Richtungen ausschlagen kann, wird mit Hilfe einer elektrischen Auswerteschaltung eine Information darüber gewonnen, ob das Fahrzeug sich überschlägt oder nicht. Dieser auf dem Pendelprinzip beruhende Überrollsensor hat den Nachteil, daß er zu träge auf die Fahrzeugbewegungen reagiert, so daß eventuell ein Überschlag zu spät für das Auslösen der Insassenschutzvorrichtungen signalisiert wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags anzugeben, womit ein Überschlag rechtzeitig und mit großer Zuverlässigkeit erkannt wird.

## Vorteile der Erfindung

Gemäß Anspruch 6 besteht eine Anordnung zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags aus mehreren Beschleunigungssensoren, welche die Beschleunigungen des Fahrzeugs in Richtung und seiner Gierachse, seiner Wankachse und seiner Nickachse messen und aus mindestens einem Drehratensensor, der die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs bezüglich seiner Wankachse und evtl. zusätzlich bezüglich seiner Nickachse mißt.

Nach Anspruch 1 werden zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags folgende Verfahrensschritte durchgeführt: Mit den Beschleunigungssensoren werden die Beschleunigungen des Fahrzeugs in die Richtungen seiner Gierachse, seiner Wankachse und seiner Nickachse gemessen. Dann wird aus den drei gemessenen Beschleunigungswerten ein Beschleunigungsvektor berechnet. Wenn die Winkelablage des Beschleunigungsvektors gegenüber dem Beschleunigungsvektor in Ruhelage des Fahrzeugs einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet, wird ein Überschlag signalisiert. Für die Winkelablage des Beschleunigungsvektors wird ein umso niedrigerer Grenzwert vorgegeben, je größer die von mindestens einem Drehratensensor gemessene Winkelgeschwindigkeit bezüglich der Wankachse und evtl. zusätzlich bezüglich der Nickachse ist.

Es kann allein die von dem Drehratensensor gemessene Winkelgeschwindigkeit als Kriterium für die Erkennung eines Überschlags verwendet werden, falls keine Meßwerte der Beschleunigungssensoren vorliegen.

Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

## Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit seinen drei Achsen und Beschleunigungssensoren und Drehratensensoren,

Fig. 2 einen Projektionskegel für den Beschleunigungsvektor und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm für das erfindungsgemäße Verfahren.

In der Fig. 1 ist schematisch ein Fahrzeug FZ dargestellt und ein dazugehöriges orthogonales Achsensystem, mit einer Gierachse  $z$ , einer Wankachse  $x$  und einer Nickachse  $y$ . In dem Fahrzeug FZ sind drei Beschleunigungssensoren installiert. Der erste Beschleunigungssensor  $B_z$  mißt die Beschleunigung des Fahrzeugs in Richtung der Gierachse  $z$ , der zweite Beschleunigungssensor  $B_x$  mißt die Beschleunigung in Richtung der Wankachse  $x$  und der dritte Beschleunigungssensor  $B_y$  mißt die Beschleunigung in Richtung der Nickachse  $y$ . Um alle drei Beschleunigungskomponenten messen zu können, ist man nicht unbedingt darauf angewiesen, drei getrennte Beschleunigungssensoren vorzusehen. Sofern durch geeignete Anordnung von weniger als drei Beschleunigungssensoren alle drei Beschleunigungskomponenten gemessen werden können, ist auch der Einsatz anderer Beschleunigungssensor-Systeme möglich. Außerdem ist mindestens ein Drehratensensor  $DRS_x$  im Fahrzeug installiert, welcher die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs um die Wankachse  $x$  mißt. Zusätzlich kann auch noch ein zweiter Drehratensensor  $DRS_y$  vorgesehen werden, der die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs um die Nickachse  $y$  mißt. Da Überschläge des Fahrzeugs in der Regel um die Wankachse  $x$  stattfinden, kann eventuell auf den zweiten Drehratensensor  $DRS_y$  verzichtet werden.

In der Fig. 3 ist ein Verfahrensablauf dargestellt, nach dem aus den Meßwerten der Beschleunigungssensoren  $B_z$ ,  $B_x$ ,  $B_y$  und dem mindestens einen Drehratensensor  $DRS_x$  eine Information darüber abgeleitet wird, ob es zu einem Überrollen des Fahrzeugs kommt oder nicht. Im Verfahrensschritt 1 werden zunächst mittels der Beschleunigungssensoren  $B_z$ ,  $B_x$ ,  $B_y$  die Beschleunigung des Fahrzeugs in  $x$ -,  $y$ - und  $z$ -Richtung gemessen. Aus diesen Beschleunigungskomponenten wird im Verfahrensschritt 2 ein resultierender Beschleunigungsvektor  $B_1$  berechnet, der eine bestimmte Richtung und eine bestimmte Länge aufweist.

In der Fig. 2 ist ein dreiachsiges ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) Projektionschema dargestellt, in dem der berechnete resultierende Beschleunigungsvektor  $B_1$  eingezeichnet ist. Der in der  $z$ -Achse liegende Beschleunigungsvektor  $B_0$  ist der Erdbeschleunigungsvektor, den man mit den Beschleunigungssensoren  $B_z$ ,  $B_x$  und  $B_y$  mißt, wenn das Fahrzeug selbst keine Trägheitsbeschleunigungen aufweist, sich also im Ruhezustand befindet oder sich gleichförmig bewegt. Erfährt nun das Fahrzeug eine Trägheitsbeschleunigung, so wird der Beschleunigungsvektor aus seiner Ruhelage ( $B_0$ ) herausgeschwenkt (z. B.  $B_1$ ). Ein in Fig. 2 eingezeichneter Kegel mit der Mantelfläche  $M$ , dessen Spitze im Zentrum des Koordinatensystems liegt

und dessen Rotationsachse die z-Achse ist, begrenzt den Bereich für den Ausschlag des Beschleunigungsvektors, indem sich das Fahrzeug in einer stabilen Lage befindet. Erst wenn der Beschleunigungsvektor  $B_1$ , wie in Fig. 2 angedeutet, über die Mantelfläche  $M$  des Kegels hinauswenkt, ist mit einem Überschlag des Fahrzeugs zu rechnen.

Neben den Beschleunigungskomponenten wird außerdem von mindestens einem Drehratensensor die Winkelgeschwindigkeit  $W$  des Fahrzeugs um eine Achse (vorzugsweise die Wankachse  $x$ ) gemessen (Verfahrensschritt 3). Falls im Verfahrensschritt 4 festgestellt wird, daß der Betrag des resultierenden Beschleunigungsvektors  $|B_1| > G$  ist ( $G$  liegt im Bereich von 0 bis z. B. dem 0,05fachen der Erdbeschleunigung  $g$ ), wird im nächsten Verfahrensschritt 5 aus der gemessenen Winkelgeschwindigkeit  $W$  ein Öffnungswinkel  $\Delta$  für einen in Fig. 2 eingezeichneten Projektionskegel abgeleitet. Der Projektionskegel stellt ein Hilfsmittel dar für die Ableitung einer Überschlags-Information. Seine Rotationsachse ist ebenfalls die z-Achse, seine Spitze liegt ebenfalls im Zentrum des Koordinatensystems und seine Mantelfläche ist orthogonal orientiert zu der Mantelfläche  $M$  des den stabilen Bereich des Fahrzeug begrenzenden Kegels.

Je größer die im Verfahrensschritt 3 gemessene Winkelgeschwindigkeit  $W$  ist, desto kleiner muß der Öffnungswinkel des den stabilen Bereich des Fahrzeugs begrenzenden Kegels mit der Mantelfläche  $M$  sein, und desto größer wird der Öffnungswinkel  $\Delta$  des Projektionskegels. Denn bei einer hohen Winkelgeschwindigkeit  $W$  kann auch schon bei einem kleineren Ausschlagswinkel des Beschleunigungsvektors  $B_1$  mit einem Überschlag des Fahrzeugs gerechnet werden. Der Zusammenhang zwischen der Winkelgeschwindigkeit  $W$  und dem Öffnungswinkel  $\Delta$  des Projektionskegels ist also empirisch zu ermitteln.

Im Verfahrensschritt 6 wird die Projektion des Beschleunigungsvektors  $B_1$  auf den Projektionskegel berechnet, und zwar werden von dem Beschleunigungsvektor  $B_1$  die Projektionen in mehrere Richtungen  $R_1, R_2, R_3, R_4$  berechnet. In der Fig. 2 ist nur eine Projektion  $B_1'$  in die Richtung  $R_1$  beispielhaft dargestellt. Für die Berechnung einer Überschlags-Information ist nur diese Projektion  $B_1'$ , also die senkrecht auf der Mantelfläche  $M$  des den stabilen Bereich des Fahrzeugs begrenzenden Kegels stehende Komponente des Beschleunigungsvektors  $B_1$  maßgebend. Die in der Mantelfläche  $M$  des Kegels liegende Komponente des Beschleunigungsvektors  $B_1$  hat keinen Einfluß auf den Überschlag des Fahrzeugs. Deshalb wird in den weiteren Verfahrensschritten ausschließlich die Projektion  $B_1'$  des Beschleunigungsvektors  $B_1$  zu der Überschlags-Information weiterverarbeitet.

Im Verfahrensschritt 7 wird die Projektion  $B_1'$  auf einen maximalen Wert  $B_1'_{\max}$  begrenzt. Diese Begrenzung erfolgt deshalb, weil extrem große Beschleunigungen, die über den Wert  $B_1'_{\max}$  hinausgehen, nicht zu einem Überschlag des Fahrzeugs führen. Solche Beschleunigungseinflüsse können beispielsweise beim Überfahren eines Bordsteins oder einer plötzlichen Unebenheit in der Fahrbahn entstehen. Ohne die besagte Begrenzung würde das System auf Grund der sehr hohen Beschleunigung einen Überschlag vorhersagen, obwohl es in der Realität nicht zu einem Überschlag kommt.

Im nächsten Verfahrensschritt 8 wird die begrenzte Projektion  $B_1'$  des Beschleunigungsvektors  $B_1$  inte-

griert, so daß man zu einer Geschwindigkeit  $V_1$  gelangt. Auch diese Geschwindigkeit  $V_1$  wird im Verfahrensschritt 9 auf einen maximalen Wert  $V_1_{\max}$  aus den gleichen Gründen wie die Beschleunigung  $B_1'$  im Verfahrensschritt 7 beschränkt. Anschließend wird im Verfahrensschritt 10 die Geschwindigkeit  $V_1$  integriert, so daß man eine Strecke  $S_1$  erhält. Auch diese Strecke  $S_1$  wird im Verfahrensschritt 11, wie schon die Geschwindigkeit  $V_1$  und die Beschleunigung  $B_1'$ , auf einen maximalen Wert  $S_1_{\max}$  begrenzt. Zusätzlich wird die Strecke  $S_1$  auf einen minimalen Wert  $S_1_{\min}$  (z. B. 0) begrenzt. Übersteigt die Strecke  $S_1$  eine empirisch ermittelte Länge  $S_{n1}$  (Verfahrensschritt 12), so wird ein Überschlag signalisiert (Verfahrensschritt 13). Bleibt aber die Strecke  $S_1$  unterhalb der Länge  $S_{n1}$ , so wird die gesamte zuvor beschriebene Prozedur erneut durchlaufen.

Wie bereits erwähnt, werden die Projektionen des Beschleunigungsvektors  $B_1$  in mehreren Richtungen  $R_1, R_2, R_3, R_4$  betrachtet und aus allen eine Strecke abgeleitet. Sobald nur eine dieser ermittelten Strecken den Grenzwert  $S_{ni}$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) überschreitet, wird ein Überschlag signalisiert, was bin Auslösen der Sicherheitsvorrichtungen zur Folge hat.

Falls das Fahrzeug abhebt und den Bodenkontakt verliert und es dabei zu einem Überschlag kommen sollte, würden die Beschleunigungssensoren  $B_x, B_y, B_z$  allenfalls sehr kleine Beschleunigungen messen können. In diesem Falle würde im Anschluß an den Verfahrensschritt 4 in einem Verfahrensschritt 14 abgefragt, ob die gemessene Winkelgeschwindigkeit  $W$  größer als eine vorgegebene empirisch ermittelte Schwelle  $WS$  ist. Ist das tatsächlich der Fall, so ist davon auszugehen, daß es zu einem Überschlag des Fahrzeugs kommt. Entsprechend ist ein Überschlag zu signalisieren (Verfahrensschritt 13). Bleibt dagegen die gemessene Winkelgeschwindigkeit  $W$  unterhalb des Schwellwertes  $WS$ , so beginnt die Verfahrensprozedur von neuem.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags, dadurch gekennzeichnet,

— daß mit Hilfe von Beschleunigungssensoren ( $B_x, B_y, B_z$ ) die Beschleunigungen des Fahrzeugs (FZ) in die Richtungen seiner Gierachse ( $z$ ), seiner Wankachse ( $x$ ) und seiner Nickachse ( $y$ ) gemessen werden,

— daß aus den drei gemessenen Beschleunigungswerten ein resultierender Beschleunigungsvektor ( $B_1$ ) berechnet wird,

— daß, wenn die Winkelablage des Beschleunigungsvektors ( $B_1$ ) gegenüber dem Beschleunigungsvektor ( $B_0$ ) in Ruhelage des Fahrzeugs (FZ) einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet, ein Überschlag signalisiert wird,

— und daß für die Winkelablage des Beschleunigungsvektors ( $B_1$ ) ein umso niedrigerer Grenzwert vorgegeben wird, je größer die von mindestens einem Drehratensensor ( $DRS_x, DRS_y$ ) gemessene Winkelgeschwindigkeit bezüglich der Wankachse ( $x$ ) und evtl. zusätzlich bezüglich der Nickachse ( $y$ ) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß allein aus der vom Drehratensensor ( $DRS_x, DRS_y$ ) gemessenen Winkelgeschwindigkeit ein Kriterium für die Erkennung eines Überschlags abgeleitet wird, falls keine Meßwerte der Beschleunigungssensoren ( $B_x, B_y, B_z$ ) vorliegen.



3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Projektionen ( $B1'$ ) des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) in mehrere Richtungen ( $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$ ) berechnet werden, daß jede Projektion ( $B1'$ ) des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) zweimal integriert wird und daß, wenn einer der zweimal integrierten Projektionen ( $B1'$ ) eine richtungsabhängige Schwelle ( $Sn1$ ) überschreitet, ein Überschlag signalisiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektionen ( $B1'$ ) des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) auf Grenzbeschleunigungswerte begrenzt werden, oberhalb derer keine zu einem Überschlag führende Beschleunigung des Fahrzeugs ( $Fz$ ) vorliegt.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der ersten und/oder zweiten Integration der Projektionen ( $B1'$ ) des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) resultierenden Signale auf Werte begrenzt werden, oberhalb derer es nicht zu einem Überschlag des Fahrzeugs ( $FZ$ ) kommt.

6. Anordnung zum Erkennen eines Fahrzeug-Überschlags, dadurch gekennzeichnet, daß Beschleunigungssensoren ( $Bx$ ,  $By$ ,  $Bz$ ) vorhanden sind, welche die Beschleunigungen des Fahrzeugs ( $FZ$ ) in die Richtungen seiner Gierachse ( $z$ ), seiner Wankachse ( $x$ ) und seiner Nickachse ( $y$ ) messen und daß mindestens ein Drehratensensor ( $DRSx$ ,  $DRSy$ ) vorhanden ist, der die Winkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs ( $FZ$ ) bezüglich seiner Wankachse ( $x$ ) und evtl. zusätzlich bezüglich seiner Nickachse ( $y$ ) mißt.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, welche aus den drei gemessenen Beschleunigungswerten einen Beschleunigungsvektor ( $B1$ ) berechnen und, wenn die Winkelablage des Beschleunigungsvektors ( $B1$ ) gegenüber dem Erdbeschleunigungsvektor ( $B0$ ) in Ruhelage des Fahrzeugs ( $FZ$ ) einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet, einen Überschlag signalisieren, und daß die Mittel einen umso niedrigeren Grenzwert vorgeben, je größer die vom Drehratensensor ( $DRSx$ ,  $DRSy$ ) gemessene Winkelgeschwindigkeit ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



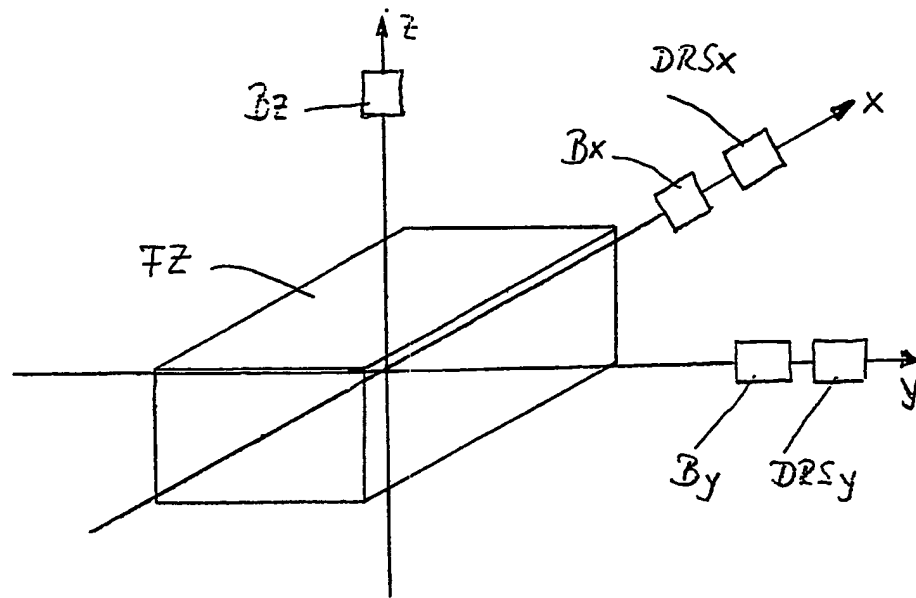


Fig. 1

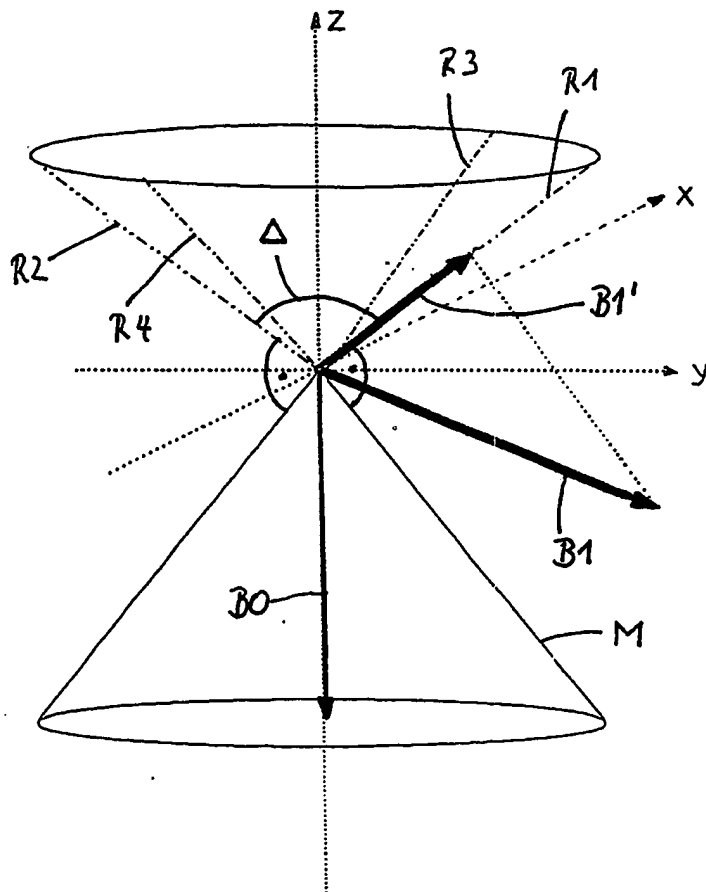


Fig. 2

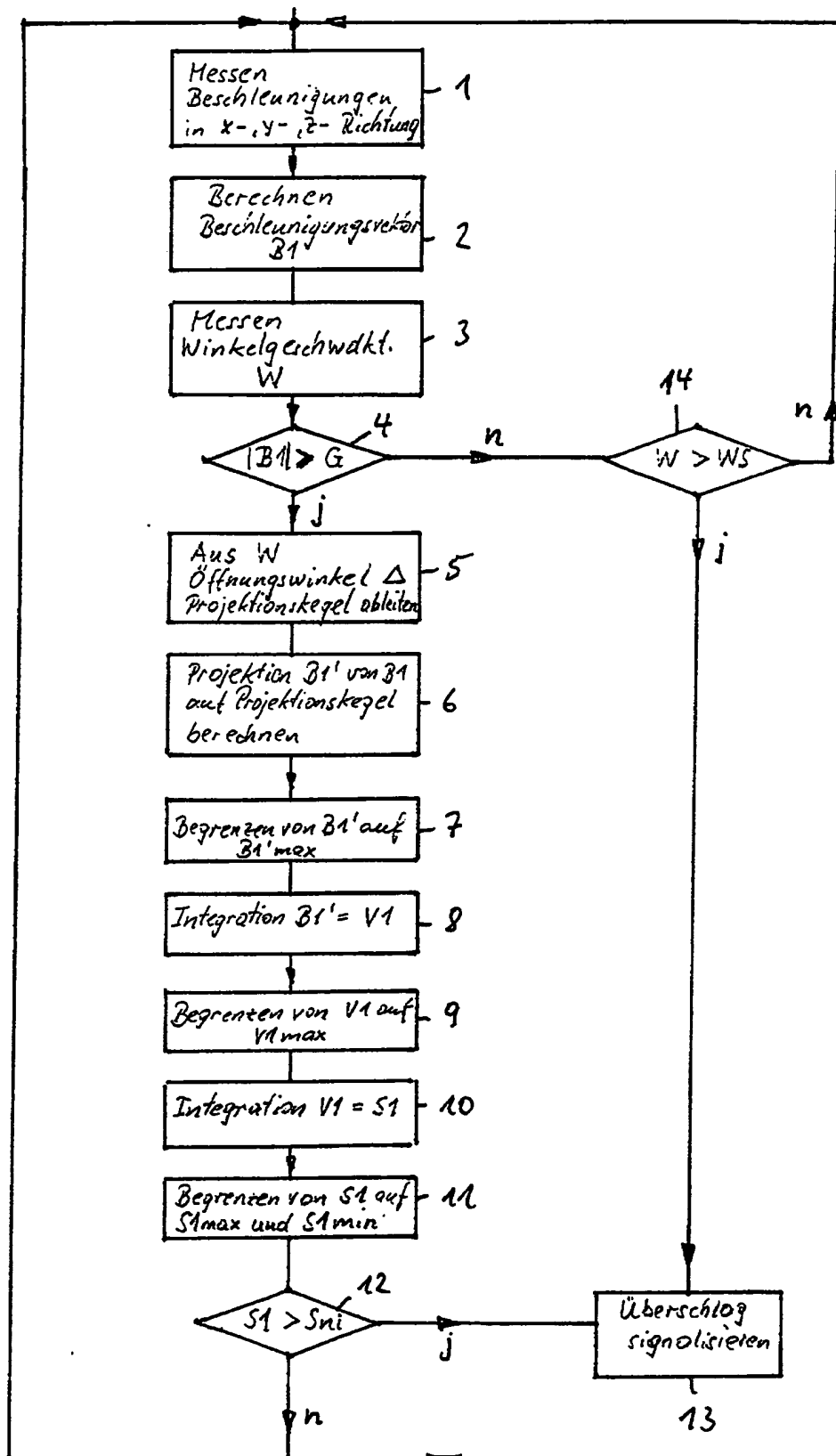


Fig. 3

